

BEST AVAILABLE COPY  
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/EP200 4 / 0 5 1 3 4 4

EP04/51344

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

REC'D 26 AUG 2004

WIPO

PCT

**Aktenzeichen:**

103 30 806.7

**Anmeldetag:**

08. Juli 2003

**Anmelder/Inhaber:**

Siemens Aktiengesellschaft,  
80333 München/DE

**Bezeichnung:**

Schaltungsanordnung zur EMV-Entstörung eines  
Gleichstrommotors sowie Schaltmodul

**IPC:**

H 02 K 11/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. Juli 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Letang

## Beschreibung

Schaltungsanordnung zur EMV-Entstörung eines Gleichstrommotors sowie Schaltmodul

5

Die Erfindung geht aus von einer Schaltungsanordnung zur EMV-Entstörung eines Gleichstrommotors, wobei in die Versorgungsleitung des Gleichstrommotors ein Dämpfungsglied geschaltet ist, beziehungsweise von einem Schaltmodul mit einem Dämpfungsglied nach der Gattung der nebengeordneten Ansprüche 1 und 11.

10

15

Es ist schon bekannt, beispielsweise bei einem Gleichstrommotor (DC-Motor), dessen Läufer über Bürsten mit Strom versorgt wird, das am Kollektor entstehende Bürstenfeuer zu unterdrücken oder mindestens so zu dämpfen, dass die entstehende Störstrahlung unschädlich wird. Diese Entstörung zur Erreichung einer elektromagnetischen Verträglichkeit - im folgenden kurz als EMV-Entstörung bezeichnet - wird mittels eines Dämpfungsgliedes erreicht, das in der Regel aus mehreren elektronischen Bauteilen aufgebaut ist. Beispielsweise werden in die beiden Versorgungsleitungen zwei Y-Kondensatoren gegen das Motorgehäuse und zwei Längsdrosseln vorgeschaltet, um den Hochfrequenz-Widerstand zu erhöhen. Mit dieser Maßnahme kann zwar das Bürstenfeuer gedämpft werden, sie ist jedoch durch die Verwendung von vier Bauteilen relativ aufwendig und erfordert einen nicht zu vernachlässigenden zusätzlichen Einbauraum, der bei vielen Anwendungen nicht vorhanden ist oder eine unerwünschte Einschränkung in der Konstruktion bedeutet.

20

30

35

Des Weiteren ist schon bekannt, insbesondere hochfrequente Störsignale, wie sie beispielsweise bei den Kabelverbindungen zwischen einem Computer und einem Monitor, Drucker, Datenleitungen oder dergleichen auftreten können, zur Entkopplung von leitungsgebundenen hochfrequenten Signalen EMV-Ferrite einzusetzen. Derartige Ferrite werden beispielsweise von der Firma Würth Elektronik oder Vacuumschmelze vertrieben und sind in

verschiedenen Bauformen erhältlich. Diese Dämpfungsglieder sind allerdings nur für den Einsatz in Computer- und Datenleitungen vorgesehen und können nur einen auf wenige Ampere begrenzten Gleichstrom übertragen.

5

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Schaltungsanordnung und ein Schaltmodul mit einem vereinfachten und kostengünstigeren Dämpfungsglied zu bilden. Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der nebengeordneten Ansprüche 1 bzw. 11 gelöst.

10

Entgegen dem bekannten Stand der Technik wird bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung und dem Schaltmodul vorgeschlagen, als Dämpfungsglied ein Ferritmaterial zu verwenden.

15

Ein derartiges Bauteil ist wesentlich preiswerter erhältlich, als die vier Bauteile, die üblicherweise zur EMV-Entstörung verwendet werden. Hinzu kommt, dass sein Einbau leichter und schneller durchführbar ist, so dass die Herstellkosten für den DC-Motor günstiger sind. Als besonders vorteilhaft wird dabei angesehen, dass das Ferritmaterial des Dämpfungsgliedes auf Grund seiner konstruktiven und physikalischen Eigenschaften wesentlich breitbandiger wirkt als ein herkömmliches Dämpfungsglied, so dass insbesondere auch hohe Stromspitzen mit hohen Frequenzen besser gedämpft werden können.

20

25

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den nebengeordneten Ansprüchen 1 und 11 angegebenen Schaltungsanordnung beziehungsweise Schaltmoduls gegeben. Als besonders vorteilhaft wird angesehen, dass das Dämpfungsglied einen Common Mode Ferrit aufweist. Dieses Material ist besonders für die Dämpfung hochfrequenter Störsignale ausgebildet, die durch das Bürstenfeuer des DC-Motors entstehen.

30

Eine optimale EMV-Entstörung wird erreicht, wenn das Dämpfungsglied möglichst nahe am DC-Motor und damit an der Störquelle angeordnet wird. Dann werden die entstehenden Störsig-

35

nale direkt gedämpft, ohne dass sie sich in benachbarte Leitungen oder Schaltungsteile einkoppeln können.

5 Eine besonders vorteilhafte Lösung wird auch darin gesehen, das Dämpfungsglied direkt auf einer gedruckten Schaltung anzuordnen, die zur Ansteuerung des DC-Motors dient. Das Dämpfungsglied kann dabei zusammen mit anderen elektronischen Bauelementen, die beispielsweise zur Steuerung des DC-Motors benötigt werden, vorgefertigt werden.

10

Eine weitere Miniaturisierung kann erzielt werden, wenn das Dämpfungsglied als SMD-Schaltung ausgebildet ist, mit der man eine besonders kleine Bauausführung erhält.

15

Vorteilhaft erscheint auch die Lösung, die gedruckte Schaltung derart auszubilden, dass auch eine nachträgliche Bestückung mit dem Dämpfungsglied möglich wird. Da nicht bei allen Motortypen oder Anwendungen eine EMV-Enstörung erforderlich ist, kann nach Bedarf das Dämpfungsglied auch nachträglich  
20 eingebaut werden. Dabei ist besonders günstig, dass dennoch eine einheitliche gedruckte Schaltung verwendet werden kann.

Das Dämpfungsglied ist besonders dafür ausgebildet, die am Kommutator des DC-Motors entstehenden Störsignale des Bürstenfeuers zu unterdrücken beziehungsweise zu dämpfen. Eine Einkoppelung in benachbarte Leitungen oder eine Funktionsstörung von benachbarten Schaltungsteilen kann damit wirksam unterdrückt werden.

30

Eine besonders vorteilhafte Anwendung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung betrifft DC-Motoren, die zum Antrieb einer Einrichtung oder eines Hilfsaggregates in einem Kraftfahrzeug benötigt werden. Diese sind insbesondere solche DC-Motoren, die beispielsweise für eine Getriebesteuerung, einen  
35 Scheibenwischer, einen Fensterheber, eine Sitzverstellung oder dergleichen benötigt werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- 5    Figur 1 in schematischer Darstellung einen Stromlaufplan eines DC-Motors mit einem herkömmlichen Dämpfungsglied,
- 10    Figur 2 in schematischer Darstellung einen Stromlaufplan eines DC-Motors mit einem erfindungsgemäßen Dämpfungsglied,
- 15    Figur 3 eine erfindungsgemäße Ausführungsform des Dämpfungsgliedes,
- 15    Figur 4 ein erstes Diagramm mit zwei Störspannungskurven und
- 15    Figur 5 ein zweites Diagramm mit drei Störspannungskurven.

20    Zum besseren Verständnis der Erfindung wird zunächst an Hand von Figur 1 erläutert, wie bisher bei einem DC-Motor (Gleichstrommotor) die durch das Bürstenfeuer entstehenden Störsignale unterdrückt beziehungsweise gedämpft wurden. Die schematische Darstellung von Figur 1 zeigt einen DC-Motor 1, bei dem in einem Gehäuse 5 ein Läufer 2 angeordnet ist, der mehrere einzeln versorgte Stromwicklungen aufweist und in einem statischen Magnetfeld drehbar ausgebildet ist. Die Stromversorgung des Läufers 2 erfolgt über einen Kommutator, der mit-

25    tels zwei gegenüberliegend angeordneter Bürsten 3 die Stromwicklungen des Läufers 2 mit einem konstanten oder gepulsten Gleichstrom versorgt. Jede einzelne Stromwicklung des Läufers

30    2 ist mit zwei Kontaktflächen des Kommutators paarweise verbunden, über die die Bürsten 3 gleiten. Beim Übergleiten der Bürsten 3 zu benachbarten Kontaktflächen entsteht das unerwünschte Bürstenfeuer, das insbesondere im hochfrequenten Be-

35    reich Störsignale aussendet, die beispielsweise auf benachbarte Stromleitungen übertragen werden und elektronische Schaltungsteile empfindlich stören können. Diese als EMV-

Störung bezeichnete Störstrahlung wird üblicherweise mit einem L/C-Glied gedämpft, das in der Regel aus zwei Kondensatoren C und zwei Entstördrosseln L aufgebaut ist. Wie aus Figur 1 ersichtlich ist, sind die beiden Kondensatoren C, zum Beispiel jeweils 10nF, in einer Y-Schaltung zwischen jeweils einer Leitung 4 und dem Gehäuse 5 möglichst in der Nähe der Bürsten 3 geschaltet. In die Leitungen 4 ist jeweils eine Entstördrossel L, mit beispielsweise 7µH, geschaltet. Dieses L/C-Glied ist möglichst in das Gehäuse 5 einzubauen, da eine Entstörung nahe an der Störquelle die beste Wirkung zeigt.

Für Gleichstrom ist dieses L/C-Glied niederohmig, während es für steil ansteigende und hochfrequente Signale relativ hochohmig wirkt, wie später noch näher erläutert wird. Zur Drehzahl- und Drehmomentsteuerung ist der DC-Motor 1 über die Leitungen 4 mit einer Steuerschaltung verbunden, die häufig auf einer gedruckten Schaltung 6 (PCB-Platine, printed circuit board) aufgebaut ist. Falls die Raumverhältnisse es zulassen, kann die PCB-Platine 6 am oder im Gehäuse 5 angeordnet sein.

Figur 2 zeigt in schematischer Darstellung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung. An Stelle des L/C-Gliedes ist jetzt dem zuvor beschriebenen DC-Motor 1 ein Dämpfungsglied 7 vorgeschaltet, das mit einem Ferrit, insbesondere einem Common Mode Ferrit 9 (auch als CM-Choke, Common Mode Choke bezeichnet) ausgebildet ist. Derartige Ferrite sind in der Regel aus mehreren Schichten oder alternativ aus gesintertem Material aufgebaut, um eine möglichst hohe Impedanz zu erzielen. Dazu werden die beiden Leitungen 4 so um den Common Mode Ferrit 9 gewickelt, dass sich ihre Magnetfelder gegenseitig kompensieren. Common Mode Ferrite werden gemäß dem bekannten Stand der Technik nur zur Entkopplung von leitungsgebundenen Störungen im hochfrequenten Bereich empfohlen. Sie sind für verschiedene Anwendungsfälle als einbaufertiges Bauelement beispielsweise auch als SMD-Bauelement handelsüblich, um die Montage auf einer gedruckten Schaltung zu erleichtern. Diese Bauele-

mente werden typischerweise für Meßsignalaufnehmer, Monitor-  
leitungen, Drucker- und Mausekabel, Datenübertragungsleitungen  
und ähnliches verwendet. Die Ferrite sind als Blockkerne,  
Flachbandkabel ferrite, Ferrithülsen, Ferritringe, Ferritper-  
5 len und Ferritbrücken erhältlich.

Bei dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel wird dagegen  
gemäß Figur 2 vorgeschlagen, einen derartigen Common Mode  
Ferrit 9 so zu modifizieren, dass das Dämpfungsglied 7 zur  
10 Entstörung des DC-Motors 7, insbesondere zur Dämpfung seines  
Bürstenfeuers verwendet werden kann. Dazu wird eine Schal-  
tungsanordnung vorgeschlagen, bei der das Dämpfungsglied 7  
auf eine entsprechend vorbereitete PCB-Platine 6 nahe am oder  
falls möglich im Gehäuse 5 des DC-Motors 1, also in der Nähe  
15 der Bürsten 3 eingebaut werden kann.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird auch darin  
gesehen, das Dämpfungsglied 7 beispielsweise als SMD-Bauteil  
(surface mounted device) auszuführen und nur bei Bedarf auf  
20 der PCB-Platine 6 zu montieren.

Vorzugsweise ist die PCB-Platine 6 so ausgeführt, dass sie  
zusammen mit dem Gehäuse 5 des DC-Motors 1 als kompaktes  
Schaltmodul 10 in einem gemeinsamen Gehäuse verbaut werden  
25 kann. Die PCB-Platine 6 enthält zusätzlich eine Steuerschal-  
tung, die beispielsweise mit einer PWM- Schaltung (Pulswei-  
tenmodulation) zur Drehzahl-, Drehmoment- und/oder Wegsteue-  
rung des DC-Motors 1 ausgebildet ist. Derartige Schaltmodule  
10 sind dann beispielsweise in einem Kraftfahrzeug zur Steue-  
30 rung verschiedener Einrichtungen und Hilfsaggregate wie  
Scheibenwischer, Fensterheber, Sitzverstellung und/oder zur  
Getriebesteuerung verwendbar. Insbesondere für den letzten  
Fall muss das Dämpfungsglied 7 für sehr hohe Spitzenströme,  
zum Beispiel bis 40A ausgelegt sein. Bei handelsüblichen Com-  
35 mon Mode Ferriten 9 betragen die Spitzenströme in der Regel  
nur wenige Ampere, so dass eine entsprechende Modifikation

erforderlich ist, um auch bei sehr großen Strömen die gewünschten Dämpfungsmaßnahmen erzielen zu können.

Vorteilhaft ist weiterhin, dass das Dämpfungsglied 7 mit dem  
5 Common Mode Ferrit 9 wesentlich kleiner ausgeführt werden  
kann, als dies bei dem üblichen L/C-Glied der Fall ist. Da-  
durch ist der Raumbedarf geringer, so dass auch das Gehäuse 5  
des DC-Motors 1 entsprechend kleiner und kostengünstiger aus-  
geführt werden kann. Hinzu kommt, dass die Dämpfung wirkungs-  
10 voller und breitbandiger ausgelegt werden kann, wie später  
noch an Hand von Vergleichsdiagrammen gezeigt wird.

Figur 3 zeigt einen Stromlaufplan für das Dämpfungsglied 7,  
das als Bauteil mit wenigstens zwei Eingangs- und zwei Aus-  
15 gangsklemmen ausgebildet ist. Es weist einen Common Mode Fer-  
rit 9 auf, um den die beiden Stromleitungen so gewickelt  
sind, dass sich die Störpegel der beiden Ströme  $I_{com}$  gegensei-  
tig kompensieren. Für steile Stromflanken und hochfrequente  
Ströme beziehungsweise Spannungen ist dieses Dämpfungsglied 7  
20 hochohmig, während es für Gleichstrom niederohmig ist, so  
dass der Gleichstrom praktisch ungehindert zum DC-Motor 1  
fließen kann.

Anaand der Figuren 4 und 5 wird die Wirkungsweise der erfin-  
dungsgemäßen Schaltungsanordnung näher erläutert. Figur 4  
zeigt ein erstes Diagramm, bei dem auf der x-Achse die Sig-  
nalfrequenz in Hz und auf der y-Achse die Amplitude (Level in  
dBµV) aufgetragen sind. Die dargestellten Kurven stellen Ein-  
zelfälle dar, die für einen bestimmten DC-Motor 1 ausgelegt  
30 sind. Die Segmente der Kurve a (dünne Linie) zeigen an Hand  
eines Messprotokolls das Bürstenfeuer des DC-Motors 1, wenn  
keine EMV-Enstörung durchgeführt wird. Hier ist erkennbar,  
dass insbesondere bei niedrigen Frequenzen die Störstrahlung  
besonders hoch ist, mit zunehmender Frequenz etwas fällt und  
35 im Frequenzbereich 6 bis ca. 120 MHz wieder ansteigt.



Zum Vergleich hierzu zeigen die Segmente der Kurve b (fette Linie) den Fall, wenn der gleiche DC-Motor 1 mit dem erfindungsgemäßen Dämpfungsglied 7 beschaltet ist. Bei dieser beispielhaften Auslegung des Common Mode Ferrit 9 ist im unteren Frequenzbereich bis ca. 2 MHz kein wesentlicher Unterschied zur Kurve a erkennbar. Bei höheren Frequenzen ab ca. 6 MHz ist der Störpegel der Kurve b jedoch deutlich reduziert. Während der Störpegel der Kurve a einen Pegel zwischen ca. 30 bis 50 dBµV aufweist, liegt der Pegel bei der Kurve b nur im Bereich von ca 10 bis 30 dBµV. Ähnliches ist im Frequenzbereich 25 bis 120 MHz erkennbar. Dieses ist eine deutliche Reduzierung des Störpegels gegenüber dem nichtentstörten Fall der Kurve a.

Figur 5 zeigt ein zweites Diagramm mit einer ähnlichen Skalierung, wie sie bereits zu Figur 4 beschrieben wurde. Hier wird jedoch der Frequenzbereich auf der x-Achse im Intervall ab ca. 5 MHz bis ca. 120 MHz betrachtet. Das Diagramm zeigt drei unterschiedliche Messkurven c,d,e. Die Segmente der Kurve c geben den Fall wieder, wenn der DC-Motor 1 ohne Dämpfungsglied 7 beschaltet ist. Die Segmente der Kurve d zeigen den Störpegelverlauf, wenn der DC-Motor 1 mit einem konventionellen L/C-Glied mit  $L=7\mu\text{H}$  und  $C=10\text{nF}$  beschaltet wurde. Die fett gezeichneten Segmente der Kurve e zeigen den Fall, wenn der DC-Motor 1 mit dem erfindungsgemäßen Common Mode Ferrit 9 beschaltet wurde. Aus den Kurvenabschnitten in den vier dargestellten Frequenzbereichen ist erkennbar, dass der Störpegel bei der Kurve e insgesamt niedriger ist als bei den Kurven c und d. Insbesondere ist ersichtlich, dass im mittleren Frequenzbereich zwischen 25 und 35 MHz der Störpegel der Kurve e deutlich niedriger verläuft als bei der Kurve d, die der Bestückung mit dem konventionellen L/C-Glied entspricht. Dieser Frequenzbereich kann sich natürlich verschieben, wenn das Dämpfungsglied 7 anders dimensioniert wird.

Zu diesen Vorteilen kommt hinzu, dass die Bauweise mit dem Common Mode Ferrit 9 wesentlich kleiner ausgeführt werden

kann als mit dem konventionellen L/C-Glied, so dass sich daraus weitere konstruktive Vorteile ergeben, wie bereits erwähnt wurde.

## Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur EMV-Entstörung eines Gleichstrom-  
motors (1), wobei in die Versorgungsleitung (4) des  
5 Gleichstrommotors (1) ein Dämpfungsglied (7) geschaltet  
ist, das insbesondere für hochfrequente Signale einen ho-  
hen Widerstand bildet, dadurch gekennzeichnet, dass das  
Dämpfungsglied (7) ein Ferritmaterial aufweist.
- 10 2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-  
net, dass das Dämpfungsglied (7) als Common Mode Ferrit  
ausgebildet ist.
- 15 3. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprü-  
che, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungsglied (7)  
möglichst nahe am oder im Gehäuse (5) des Gleichstrommo-  
tors (1) angeordnet ist.
- 20 4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprü-  
che, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungsglied (7)  
auf einer gedruckten Schaltung (6) angeordnet ist, die  
zur Ansteuerung des Gleichstrommotors (1) dient.
- 25 5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeich-  
net, dass die gedruckte Schaltung (6) mit dem Dämpfungs-  
glied (7) und dem Gleichstrommotor (1) in einem gemeinsa-  
men Gehäuse angeordnet ist, das als Schaltmodul (10) ver-  
wendbar ist.
- 30 6. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprü-  
che, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungsglied (7)  
als SMD-Schaltung ausgebildet ist.
- 35 7. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprü-  
che, dadurch gekennzeichnet, dass die gedruckte Schaltung  
(6) für eine nachträgliche Bestückung mit dem Dämpfungs-  
glied (7) ausgebildet ist.

8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungsglied (7) ausgebildet ist, die am Kommutator des Gleichstrommotors (1) entstehenden Störsignale des Bürstenfeuers zu dämpfen.
- 5
9. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleichstrommotor (1) zum Antrieb eines Hilfsaggregates für ein Kraftfahrzeug ausgebildet ist.
- 10
10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleichstrommotor (1) für eine Getriebe- steuerung, einen Scheibenwischer, einen Fensterheber, eine Sitzverstellung oder dergleichen verwendbar ist.
- 15
11. Schaltmodul mit einem Gleichstrommotor(1), mit einer Steuerschaltung auf einer gedruckten Schaltung (6) und mit einem Dämpfungsglied (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungsglied (7) einen Common Mode Ferrit (9) aufweist und auf der gedruckten Schaltung (6) möglichst nahe am oder im Gleichstrommotor (1) angeordnet ist und dass das Dämpfungsglied (7), die gedruckte Schaltung (6) und der Gleichstrommotor (1) in einem gemeinsamen Gehäuse (10) eingebaut sind.
- 20

## Zusammenfassung

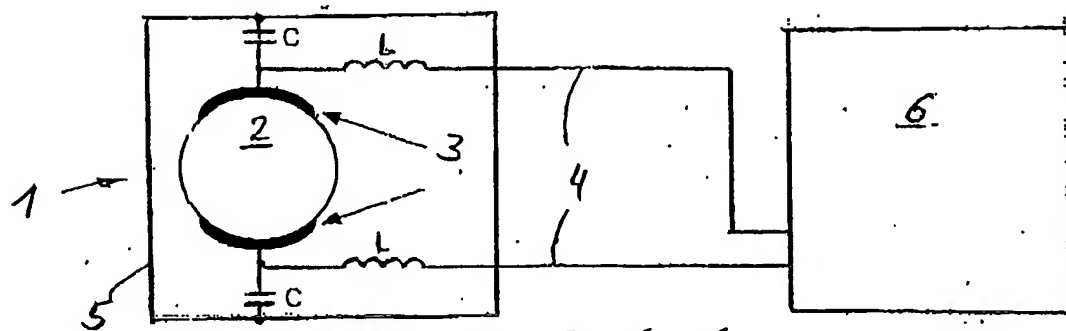
Schaltungsanordnung zur EMV-Entstörung eines Gleichstrommotors sowie Schaltmodul

5

Erfindungsgemäß wird eine Schaltungsanordnung beziehungsweise ein Schaltmodul vorgeschlagen, bei der zur EMV-Entstörung eines DC-Motor (1) in die Leitungen (4) des DC-Motor (1) ein Dämpfungsglied (7) geschaltet wird. Das Dämpfungsglied (7) weist einen Ferrit auf, insbesondere einen Common Mode Ferrit (9).

10

Fig. 2



*Stand der Technik*

Fig. 1

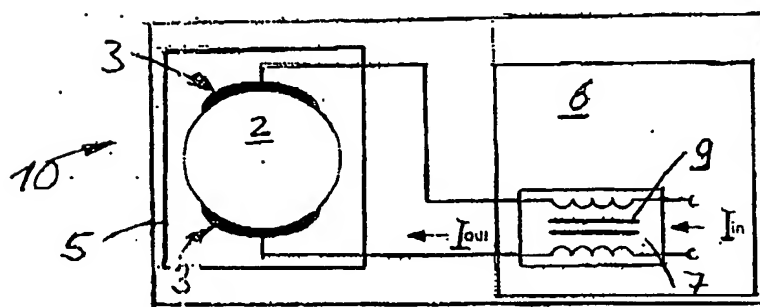


Fig. 2

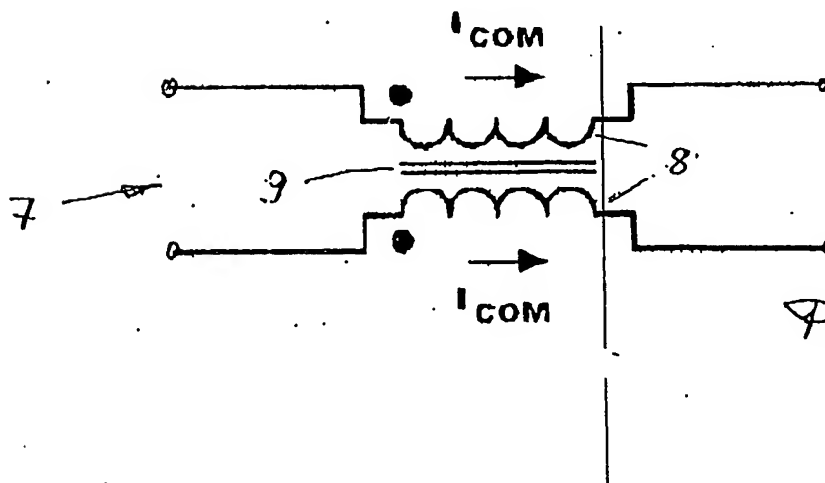
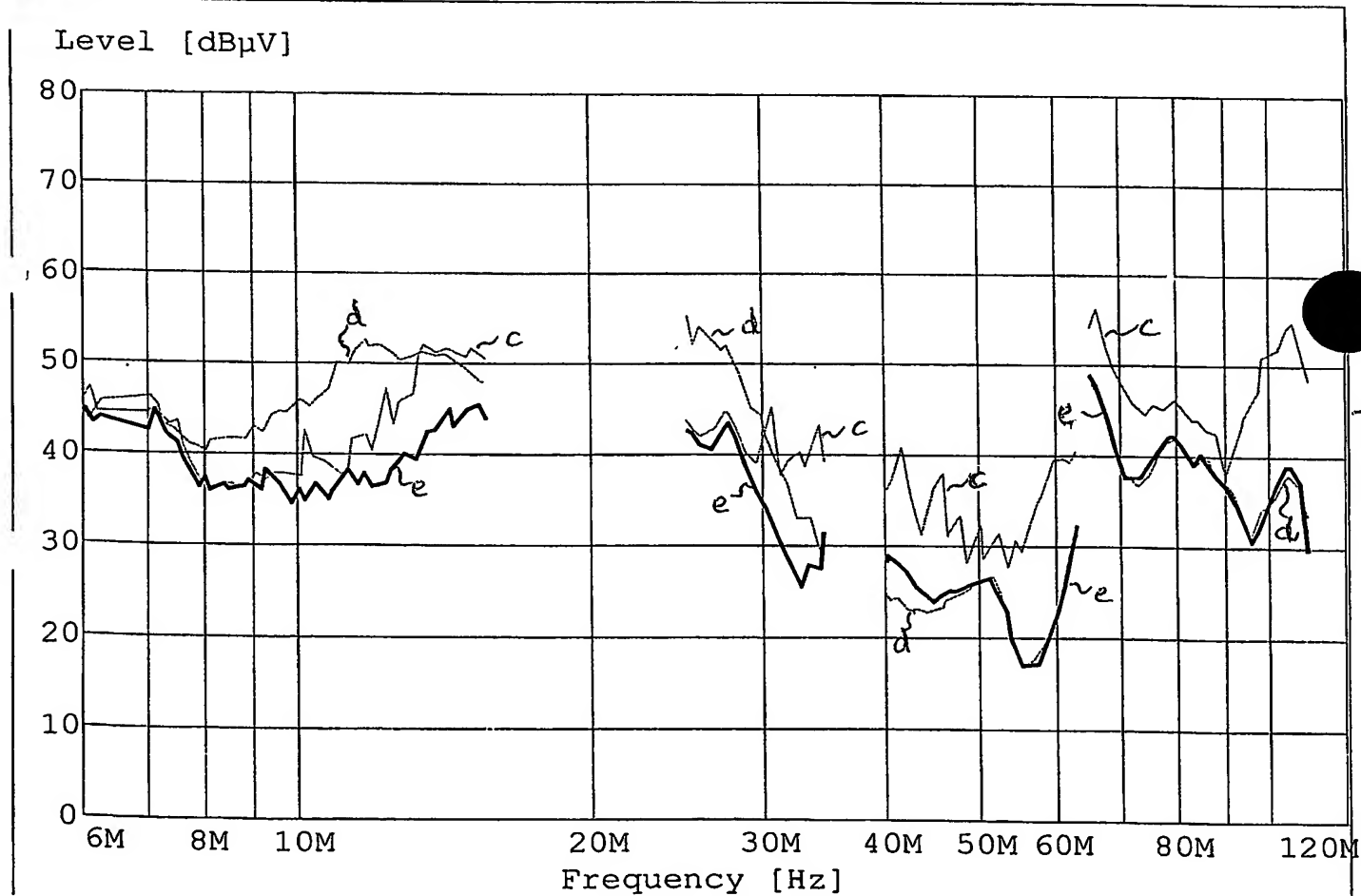
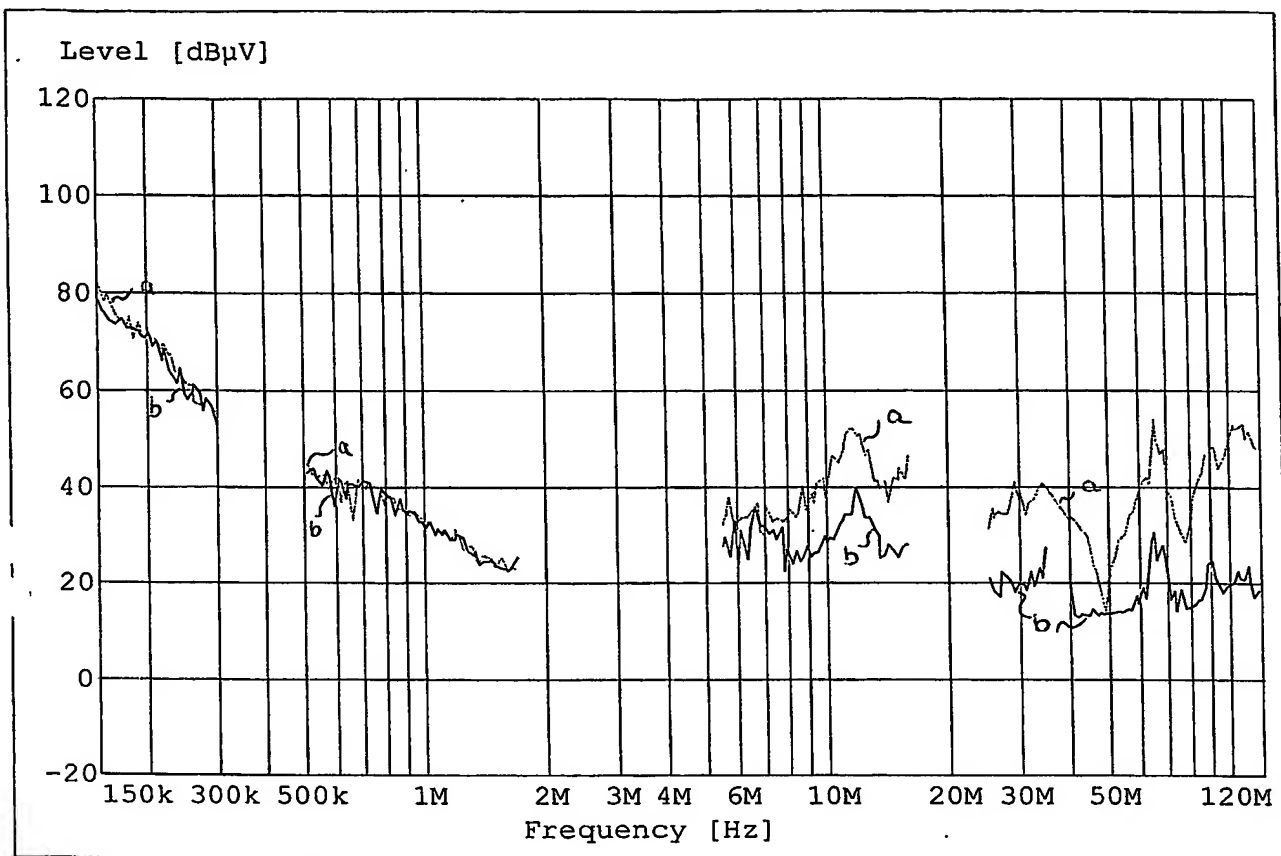


Fig. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**